



Bulletin de la Sabix

Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de
l'École polytechnique

48 | 2011

Regards sur des carrières de polytechniciens au XIX^e
siècle

Ernest Sorel (1850-1904) : un pionnier méconnu de la distillation et du « Génie des procédés »

Jacques Breysse



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/sabix/1005>

DOI : 10.4000/sabix.1005

ISSN : 2114-2130

Éditeur

Société des amis de la bibliothèque et de l'histoire de l'École polytechnique (SABIX)

Édition imprimée

Date de publication : 1 juin 2011

Pagination : 63-70

ISBN : ISSN 2114-2130

ISSN : 0989-30-59

Référence électronique

Jacques Breysse, « Ernest Sorel (1850-1904) : un pionnier méconnu de la distillation et du « Génie des procédés » », *Bulletin de la Sabix* [En ligne], 48 | 2011, mis en ligne le 14 mai 2013, consulté le 08 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/sabix/1005> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/sabix.1005>

Ce document a été généré automatiquement le 8 septembre 2020.

© SABIX

Ernest Sorel (1850-1904) : un pionnier méconnu de la distillation et du « Génie des procédés »

Jacques Breysse

- 1 En 1949, le professeur Joseph Cathala¹ fondait à Toulouse « l'Institut du Génie Chimique ». C'était le premier signe de l'émergence concrète en France de cette discipline, émergence tardive toutefois quand on sait que le « Chemical Engineering » (dont le terme génie chimique se voulait la traduction²) existait depuis le début du siècle aux Etats-Unis. Quelques décennies plus tard, cette discipline s'étendra à toutes les « industries de procédés » pour devenir le génie des procédés³.
- 2 En réalité, même si le développement d'une science pour l'ingénieur en chimie a été laborieux⁴, cela ne signifie pas pour autant qu'il n'y ait pas eu en France, dès le XIXe siècle, des témoignages ponctuels de cette discipline à travers le parcours de personnalités marquantes souvent méconnues. Tel est le cas d'Ernest Sorel auquel nous avons voulu rendre hommage dans cet article, en rappelant quelques éléments biographiques et en mentionnant ses apports scientifiques.
- 3 Ernest Sorel est né le 30 mai 1850, à Cherbourg. Il était le fils de Gustave Sorel et de Nathalie Salley. Gustave Sorel était installé à Cherbourg, où il avait créé un commerce d'eaux minérales, tandis que ses deux frères, Emile et Hugues, habitaient Honfleur, où ils tenaient une fabrique de savon de Marseille⁵. Le fils d'Emile, Albert Sorel (1842-1906), cousin germain d'Ernest, devint un historien célèbre et fut membre de l'Académie française (1893).
- 4 Gustave Sorel eut trois garçons, Anatole (1843-1913), Georges (1847-1922) et Ernest (1850-1904). Après leurs études secondaires à Cherbourg, la famille vint s'installer à Paris sous le prétexte des études des enfants, mais semble-t-il aussi suite à des difficultés au niveau des affaires de Gustave⁶. Ils furent envoyés l'un après l'autre au Collège Rollin pour préparer le concours d'entrée à l'Ecole polytechnique, où ils furent tous les trois admis, Anatole en 1863, Georges en 1865 et Ernest en 1869. Georges Sorel, ingénieur des Ponts et chaussées, devait par la suite démissionner de ses fonctions dans

l'administration à l'âge de 45 ans (1892), pour se consacrer à la philosophie où il allait se rendre célèbre à travers la publication de nombreux ouvrages très engagés⁷.

- 5 Ernest, entré à l'Ecole polytechnique en 1869, sous-lieutenant d'artillerie, fut blessé pendant le siège de Paris en 1870 et sera décoré de la Légion d'honneur en 1871. Sorti 17e sur 128 la même année, il choisira le corps « des Manufactures de l'état » pour terminer son cursus scolaire.
- 6 Il est alors embauché au laboratoire de chimie de l'Ecole d'application de la régie des tabacs, situé quai d'Orsay dans l'enceinte de la manufacture « du Gros-caillou ». Le directeur (et professeur de chimie) en est Jean-Jacques Théophile Schloesing (1824-1919), qui deviendra en 1873 titulaire de la chaire de « chimie agricole et analyse chimique » du CNAM et membre de l'Institut (1882). Sorel « enseigne la chimie pendant un an et J-J. T. Schloesing lui confie la mise en route de la 1re usine de soude à l'ammoniaque. Il y aurait eu (d'après l'oncle Georges) quelques difficultés⁸ ».
- 7 Sans qu'on en connaisse la date avec précision (il est probablement resté plus d'un an au laboratoire de chimie), il démissionne devant l'éventualité d'une mutation à la manufacture des tabacs de Bordeaux⁹. Il est alors embauché par la Société « Maletta fils¹⁰ » (vers 1873), où il va rester jusqu'en 1882. L'entreprise avait trois sites industriels, deux près de Rouen (Petit-Quevilly et Amfreville-la-mivoie) et un à Saint-Denis dans la banlieue parisienne. Sorel est embauché à Petit-Quevilly¹¹, mais sera muté ultérieurement à St. Denis¹², où il résidait au moment de son départ de l'entreprise en 1882.

Ernest Sorel



Archives de famille

- 8 Le 26 avril 1881 il épouse à Cherbourg Marie Marguerite Perrotte, dont il aura 6 garçons : Paul (1882-1971), André (1883-1914), Robert (1885-1905), Hugues (1886-1954), Jean (1890-1966) et Pierre, né en 1892 mais qui ne vivra que quelques mois.
- 9 En 1882, il est embauché aux « Usines de St.-Gobain » à l'Oseraie dans le Vaucluse. Paul Sorel, dans une lettre à son frère Jean, écrit¹³ :

« C'est là qu'il fit des expériences sur la formation de l'acide sulfurique dans les chambres de plomb par l'intermédiaire du sulfate acide de nitrosyle... »

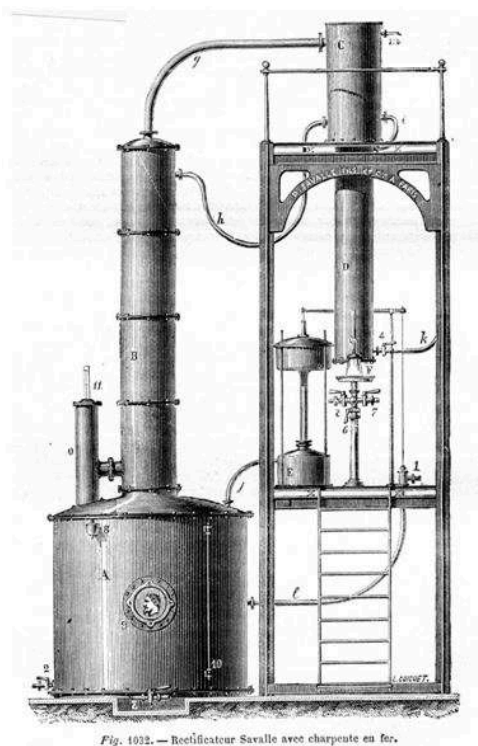
10 Paul Sorel ajoute :

« ... eut des difficultés avec sa société à cause de la publication de ses expérience¹⁴. »

11 Ernest Sorel démissionnera en février 1886. Dans l'ouvrage de J.P.Daviet sur St-Gobain, l'auteur considère que sa démission est essentiellement due au fait qu'il n'aurait pas accepté de ne pas devenir le patron du site, et d'être sous la direction d'un ancien contremaître, M. Corrand¹⁵...

12 À partir de 1887, il travaille pour le compte de la banque Pereire¹⁶, en dirigeant notamment un « laboratoire pour les industries agricoles », sis avenue d'Orléans à Paris fondé par G.Pereire, puis on le retrouve quatre ans plus tard en 1891 « Directeur technique de la Maison A.Savalle fils et Cie », spécialisée dans la fabrication d'appareils de distillation et de rectification de l'alcool¹⁷. Mais, c'est bien semble-t-il dans le laboratoire Pereire qu'il commence à étudier la distillation et la rectification, qui seront ses domaines d'intérêt majeur à partir des années 1890.

Rectificateur Savalle avec charpente en fer



(voir aussi : « Appareils de la maison SAVALLE », dans la revue Les grandes usines de Turgan, juillet 1891)

13 Sa première publication dans ce domaine date en effet de 1889, en l'occurrence une note à l'Académie des sciences, présentée par son ancien Directeur à la régie des tabacs, Schloesing¹⁸. Elle sera suivie par beaucoup d'autres.

14 Après la dissolution de l'entreprise Savalle en 1898, il va travailler en tant qu'ingénieur-conseil : il fera des missions pour le ministère de l'Agriculture sur les utilisations de l'alcool dénaturé, et en particulier sur l'utilisation de l'alcool dans les moteurs à

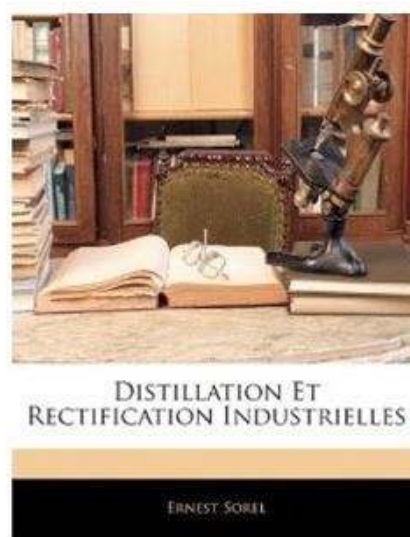
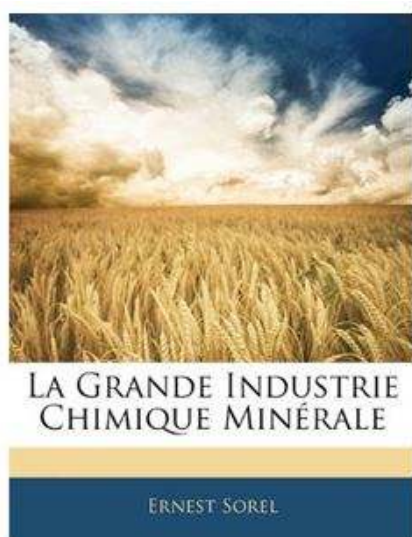
explosion. C'est à la suite de ses études sur la carburation de mélanges binaires et ternaires qu'il sera promu Officier de la Légion d'honneur¹⁹.

- 15 Il participera également pendant cette période à des actions d'éducation : il sera chargé de conférences de technologies (Produits chimiques de la grande industrie) à l'ESPCI de Paris, et deviendra Professeur suppléant de chimie industrielle au CNAM (suppléant d'Aimé Girard) en 1902. Il décèdera à Paris le 4 juillet 1904, à l'âge de 54 ans.
- 16 Henry Le Chatelier, président de la Société d'encouragement, dira au cours de la séance générale du 23 décembre 1904²⁰ : « Sorel, ingénieur des manufactures de l'Etat, avait cette même année été nommé membre correspondant au comité de chimie. Nous comptons le convoquer à nos séances de comité, usant ainsi d'une latitude autorisée par nos règlements... La mort l'a frappé au moment où lui parvenait notre première convocation. Ses travaux sur l'industrie de la soude, sur celle de l'acide sulfurique et plus récemment ses études sur l'emploi de l'alcool dans les moteurs à explosion lui avaient donné une réelle autorité. »

Contributions scientifiques et techniques

- 17 Ernest Sorel a eu deux domaines majeurs d'intérêt, d'une part les procédés industriels en chimie minérale, et plus spécifiquement la fabrication de l'acide sulfurique, d'autre part la distillation/rectification. Mais les dernières années de sa vie, dans le contexte de missions pour le compte du ministère de l'agriculture, il va se lancer dans l'étude des problèmes de carburation et de combustion des moteurs à alcool.
- 18 Son intérêt pour la chimie minérale est évidemment lié à son expérience industrielle chez Maletta et à Saint-Gobain. Les premières publications de lui que nous avons identifiées, sont les chapitres « sel marin » et « soufre » de l'Encyclopédie chimique qui paraît en 1883. Il est encore en poste à cette époque chez Saint-Gobain. Nous ne connaissons pas les circonstances de leur réalisation, mais cela sera le départ d'une littérature abondante de sa part dans le domaine de la chimie minérale industrielle. Son aboutissement en sera son ouvrage en deux volumes La grande industrie chimique minérale paru en 1901 (1er volume) et 1902/1904 (les 2 volumes), qui recevra un accueil très élogieux²¹.

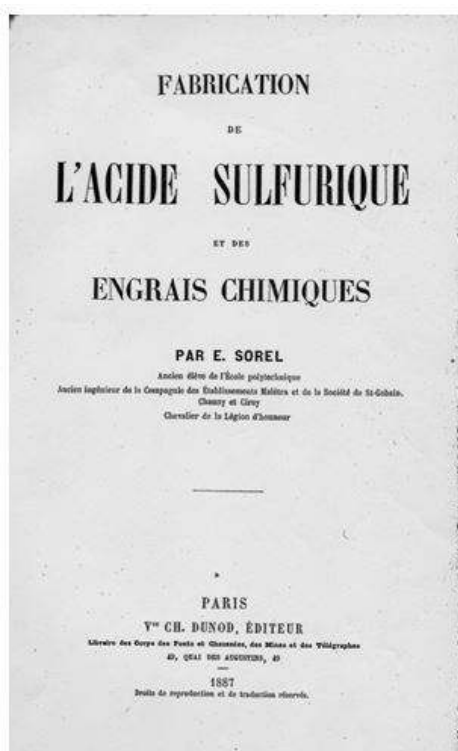
Deux ouvrages d'E. Sorel



Réimpression en 2010 par Nabu Press (réimpression à la demande par BiblioBazaar, Charleston, Caroline du Sud)

- 19 Mais avant cette parution, on peut citer divers articles dans la Revue générale des sciences pures et appliquées, en 1893 « sur la fabrication de l'acide sulfurique », et en 1895 sur l'« état actuel de l'industrie de l'acide sulfurique, de l'industrie des phosphates et des superphosphates ».
- 20 L'acide sulfurique – et le procédé de fabrication des « chambres de plomb²² » - restera le domaine privilégié de ses études, avec notamment un brevet datant de 1886 « perfectionnement à la fabrication de l'acide sulfurique », et un ouvrage majeur paru en 1887 : Fabrication de l'acide sulfurique et des engrais chimiques.

E. Sorel, Fabrication de l'acide sulfurique et des engrais chimiques, Dunod, 1887



Dunod 1887

- 21 Cet ouvrage, en dehors d'éléments bibliographiques très complets sur la chimie des réactions et les divers procédés, est tout à fait remarquable par un certain nombre d'aspects : des tables de propriétés physico-chimiques particulièrement complètes²³, à travers une analyse critique détaillée des différents procédés industriels, des recommandations sur la mise en oeuvre « hydrodynamique » et la conduite des appareils cités, un modèle complet des réactions chimiques mises en oeuvre, des informations technico-économiques avec des exemples de calcul de prix de revient, enfin et surtout une approche « modélisation » des problèmes thermiques et cinétiques tout-à-fait dans l'esprit du génie des procédés modernes, l'amenant systématiquement à essayer d'écrire des équations représentatives des phénomènes en cause²⁴.
- 22 Paul Baud, auteur d'un célèbre ouvrage de chimie industrielle écrira par ailleurs à propos des théories relatives au fonctionnement des « chambres de plomb », après avoir passé en revue les plus connues :
« On admet le plus souvent que le rôle des composés oxygénés de l'azote dans la formation de l'acide sulfurique est régi sensiblement par la série de réactions clairement formulées par E.Sorel²⁵... »
- 23 Dans ses premières notes à l'Académie des sciences en 1889 concernant la distillation de l'alcool, il fait référence à des expériences et à des essais « dans l'appareil de [son] laboratoire... », en mentionnant à la fin de la note²⁶ qu'il s'agit du « laboratoire pour l'étude des industries agricoles, fondé par G. Pereire ».
- 24 Il semble donc bien que cela soit dans ce laboratoire qu'il ait démarré ses études dans le domaine de la distillation/rectification.

- 25 La démarche qu'il suit est toujours une démarche « modélisation », à savoir la recherche d'une représentation mathématique des phénomènes qu'il observe. Dans le cas de la distillation, il sera le premier à établir les bases de la modélisation du calcul des colonnes à distiller, à savoir décomposer la colonne en plateaux virtuels et faire un bilan matière entrée/sortie pour chaque plateau sur le composé minoritaire en supposant les phases en équilibre. La grande difficulté sera justement relative à la représentation des équilibres L/V encore mal connue à l'époque.

Colonne à distiller horizontale de M. Sorel, construite par Savalle & fils

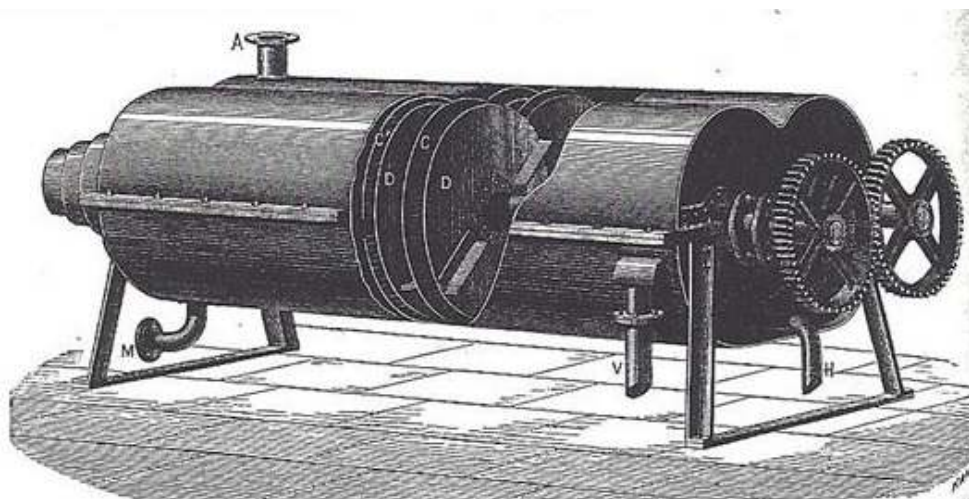


Fig. 183. — Colonne à distiller horizontale de M. Sorel, construite par Savalle fils.

Image extraite de C.A. Wurtz, Dictionnaire de chimie pure et appliquée, Hachette, Paris ; 2e suppl. 1892-1904, p. 304)

- 26 La modélisation est un peu confuse dans les premières notes à l'Académie des sciences en 1889, mais elle va se clarifier et se préciser au fur et à mesure du temps, avec la publication de ses trois ouvrages sur le sujet en 1893, 1895 et 1899. Les ouvrages de Sorel recevront au moment de leur publication un accueil mitigé, très élogieux de la part de certains comme Léon Lindet²⁷, mais très critique de la part d'autres, à l'exemple d'Emile Barbet²⁸, très connu et influent dans le milieu des fabricants d'alcool. Il faudra attendre les premières décennies du XXe siècle pour qu'il y ait une reconnaissance sans réserve de l'importance de ses travaux²⁹. A cet égard, il faut citer ceux de Marcel Ponchon et Paul Savarit, au tout début des années 1920³⁰, auteurs à quelques mois près d'une même méthode de calcul de colonnes à distiller clairement inspirée des travaux de Sorel et qui lui font référence. Enfin il faut mentionner le témoignage des premiers grands « fondateurs » du « chemical engineering », qui se développe aux Etats-Unis au début du XXe siècle, comme William H. Walker et Warren K. Lewis³¹.
- 27 Le dernier thème dont il s'est occupé est relatif aux utilisations de l'alcool dénaturé, en particulier dans le cas de la combustion des moteurs à alcool. Cela fait suite à diverses missions confiées par le ministère de l'Agriculture (voir ci-après les références des rapports correspondants), en raison probablement de ses travaux sur la distillation de l'alcool. Cela sera l'occasion d'un de ses tous derniers ouvrages³² – il sera publié en 1904, l'année de sa mort – sur la combustion des moteurs à alcool. L'objectif de ces travaux dans ce dernier cas était de « montrer les conditions [emploi et façon de produire le mélange d'air et de combustible] dans lesquelles il est nécessaire et suffisant de se

placer ». L'ouvrage est donc axé sur les questions de combustion et de carburation. La bibliographie est extrêmement complète et Sorel s'appuie chaque fois que cela est possible sur des calculs à partir des propriétés thermodynamiques des produits en cause. Il s'appuie aussi sur un certain nombre d'expériences entreprises pour vérifier des aspects mal connus (carburation par ruissellement, stabilités chimiques des vapeurs d'alcool à des températures modérées) à l'aide d'appareils conçus par lui. Cet ouvrage sera traduit en anglais en 1907³³.

28 Les apports d'Ernest Sorel aux sciences pour l'ingénieur en chimie sont donc importants. Nous voudrions plus précisément souligner :

- sa vision systémique, c'est à dire une vision prenant en compte tous les aspects d'un procédé chimique et pas simplement la réaction chimique et les séparations, mais aussi tous les aspects technologiques et même de « conduite », illustrée de façon particulièrement exemplaire dans le cas de ses travaux sur la fabrication de l'acide sulfurique (modélisation de la réaction, « conduite » des ateliers, aspects thermiques,...)
- son approche « modélisation », c'est à dire la recherche d'un modèle mathématique pour représenter un phénomène observé dans tout ou partie d'un procédé, typique d'une démarche classique en génie des procédés. C'est ce qui l'amènera à formaliser les bases de calcul des colonnes à distiller. A beaucoup d'égards il aura donc été un authentique précurseur du génie des procédés moderne, qui n'émergera en France pourtant que près de 45 ans après sa mort, et qu'il avait lui-même anticipé, ainsi que son fils Jean Sorel le rappelle dans un document datant de 1953 : « Il ne put achever un ouvrage projeté sur ce que nous appelons aujourd'hui le génie chimique et s'appelait alors Principes de construction d'usines chimiques³⁴. »

Publications scientifiques d'Ernest Sorel

29 Articles dans des revues

- « Sur la rectification de l'alcool », *CR Acad. Sci.*, 108, 1889, pp. 1128-1131, 1204-1207, 1317-1320 (notes présentées par J.J.T.Schloesing).
- « Études sur la fabrication de l'acide sulfurique », *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, 1889, pp. 240-293, *Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles et des mathématiques de Cherbourg*, 1889, tome 26, pp.
- « Études sur la fabrication de l'acide sulfurique », *Bull. Soc. chim. de Paris*, 4, 1890, pp. 139-154
- « Sur la rectification de l'alcool », *Bull. de la Sté d'encouragement pour l'industrie nationale*, mai 1891, pp. 225-241
- « Distillation de mélanges de deux liquides solubles l'un dans l'autre. Un nouvel appareil à distiller », *Bull. de l'association des chimistes de sucrerie et distillerie*, tome X (2), août 1892, pp. 80-86
- « Sur la distillation des mélanges d'eau et d'alcool », *CR Acad. Sci.*, 116, 1893, pp. 693-695 (note présentée par E. Duclaux)
- « Sur la fabrication de l'acide sulfurique », *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 1893, vol. 4, pp. 350-353
- « Sur l'adaptation de la levure alcoolique à la vie dans les milieux contenant de l'acide fluorhydrique », *CR Acad. Sci.*, 118, 1894, pp. 253-255 (note présentée par J.J.T.Schloesing)
- « Action de l'eau sur le phosphate bicalcique » (avec A.Joly), *CR Acad. Sci.*, 118, 1894, pp. 738-741 (note présentée par M.Troost)

- « Sur la rectification de l'alcool », *CR Acad. Sci.*, 118, 1894, pp. 1213-1215 (Notes présentées par J.J.T.Schloesing)
- « Revue de perfectionnements récents apportés à la fabrication des grands produits chimiques. 1^{ère} partie : Acides sulfurique et nitrique », *Bull. de la Sté d'encouragement pour l'industrie nationale*, 1895, pp. 138-147
- « État actuel de l'industrie de l'acide sulfurique », *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 1895, vol. 6, pp. 839 – 846
- « État actuel de l'industrie des phosphates et superphosphates », *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 1895, vol 6, pp. 1038 – 1049
- « Revue des perfectionnements récents apportés à la fabrication des grands produits chimiques. 1^{re} partie : acides sulfurique et nitrique », *Bull. de la Sté d'encouragement pour l'industrie nationale*, 1895, pp. 138 – 147
- « Étude de l'*aspergillus orizae* », *CR Acad. Sci.*, 121, 1895, pp. 948-950 (note présentée par E.Duclaux)
- « Études de quelques champignons utilisables en distillerie », 2^e congrès international de chimie appliquée (Juil.- Aout 1896), Tome 1 (II) pp. 415-422
- « La fabrication du chlore dans ses rapports avec l'industrie chimique de la soude », 2^e congrès international de chimie appliquée (Juil.-Aout 1896), Tome 3 (VI), pp. 117-123
- « Sur la distillation des premiers acides de la série grasse », *CR Acad. Sci.*, 122, 1896, pp. 946-948 (Notes présentées par E.Duclaux)
- « Ensemble des procédés permettant de faire fermenter des jus riches provenant de la betterave et d'obtenir des flegmes sans odeur d'origine », *Bull. de l'association des chimistes de sucrerie et distillerie*, tome XVI (9), Mars 1899, pp. 907-909

30 **Ouvrages**

- Chapitres « Sel marin » et « Soufre », *Encyclopédie chimique*, Tome V, 1883. –
- *Fabrication de l'acide sulfurique et des engrais chimiques*, Paris, Dunod, 1887. –
- *Distillation et rectification de l'alcool. Appareils de la maison A. Savalle fils et Cie* (avec E.Flavien), Paris, Les grandes usines de Turgan, juillet 1891.
- *La rectification de l'alcool*, Encyclopédie des aide-mémoires, Paris, Gauthier-Villars/Masson, 1893.
- *La distillation*, Encyclopédie des aide-mémoires, Paris, Gauthier-Villars/Masson, 1895
- *Distillation et rectification industrielles*, Paris, G.Carré et C.Naud éd., 1899.
- *La grande industrie chimique minérale*, Paris, C.Naud, (1901) : 1^{er} volume - (1902-1904) : 1^{er} volume (2^e éd.) et 2^e volume.
- *Carburant et combustion dans les moteurs à alcool*, Paris, Dunod, 1904.

31 Voir commentaires et présentation de ces ouvrages :

- de G.Arth dans la *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 1902, p. 1101 pour le tome 1 et 1904, p. 462 pour le tome 2
- de A.Livache dans le *Bull. de la Sté d'encouragement pour l'industrie nationale*, 1904, pp. 308-310)

32 **Brevets**

- N° 179 203 (Aout 1886) « perfectionnement à la fabrication de l'acide sulfurique »
- N° 214 175 (16 juin 1891/7 Octobre 1891) « perfectionnement apporté aux matériaux de construction »
- N° 277 139 (19 avril 1898/1^{er} aout 1898) « production directe du sulfate de soude au dépens du cuivre métallique plus ou moins oxydé »

- N° 286 465 (2 mars 1899/6 juin 1899) « Procédé permettant la fermentation industrielle des jus riches de betteraves ou tous liquides similaires en vue d'obtenir des flegmes sans odeur au goût décelant leur origine »

33 **Divers**

- Note sur l'appareil à distiller horizontal, système E.Sorel, *Bull. de la Sté d'encouragement pour l'industrie nationale*, PV de la séance du 23.12.1892
- Rapports de mission pour le compte du ministère de l'Agriculture : *Rapport sur les travaux de la commission d'études des emplois de l'alcool dénaturé* (13 p.), Paris, Imprimerie Nationale, Octobre 1900 (Extrait du Bulletin du Ministère de l'agriculture, n° 3, 1900)
- Rapports des jurys du concours général de moteurs et appareils utilisant l'alcool dénaturé (92 p.) « Rapport de la commission mixte des liquides », E.Sorel, p. 83-88 Paris, Imprimerie Nationale, 1902
- *Rapports des jurys du concours international de moteurs et appareils utilisant l'alcool dénaturé* (211 p.) « Note sur les phénomènes de la combustion dans les moteurs fixes à alcool », E.Sorel, Paris, Imprimerie Nationale, 1902

NOTES

1. Joseph Cathala (1892-1969), professeur titulaire de la chaire de chimie générale à Toulouse à partir de 1931 à son retour d'un séjour au Canada, n'aura de cesse de créer un enseignement équivalent au chemical engineering en France. Il ne parviendra à ses fins qu'après la Seconde Guerre mondiale.
2. Cathala sera également le cofondateur de la revue *Chemical Engineering Science* dont le 1er numéro paraît en 1951. Dans un article de ce numéro il évoque longuement ce qu'est le génie chimique et le choix par lui de ce terme : « Nous avons été amené à introduire ce terme nouveau de GENIE CHIMIQUE pour rendre d'une manière correcte du terme CHEMICAL ENGINEERING devenu, depuis bientôt trente ans, d'un usage courant dans les pays anglo-saxons et spécialement l'Amérique du nord » *Chem. Eng. Sci.*, « Le génie chimique », 1, 1951, pp. 1-7
3. Jacques Villiermaux, René David, Jean-Louis Houzelot, et Daniel Schweich, « Vous avez dit génie des procédés », *L'actualité Chimique*, Mai 1983, pp. 19-27
4. La reconnaissance du « chemical engineering » comme une authentique discipline scientifique, a été mise en évidence par J. Wei en 1985, et reprise par J.Villiermaux en 1993, en identifiant, dans l'esprit des travaux de T.S. Kuhn, un ensemble de « paradigmes » tout à fait caractéristiques d'une science cohérente (J.Wei, « The rejuvenation of chemical engineering », *Chemtech*, Nov. 1985, pp. 655-657 ; J. Villiermaux, « Le génie des procédés : une science clé pour l'ingénieur » in *Génie des procédés*, Chapitre 1, A.Storck et G.Grevillot coordonnateurs, Tech et Doc, Paris 1993 ; T.S.Kuhn, *La structure des révolutions scientifiques*, Champs Sciences/Flammarion, 1983-2008 [éditions anglaises 1962-1970-1996]. En France, la prise en compte d'une science pour l'ingénieur en chimie sera beaucoup plus lente. D'abord en raison d'une industrie chimique très éclatée et qui s'est toujours appuyée sur ses moyens propres pour se développer, avec une culture du secret qui ne facilite pas les possibilités de mutualisation (voir entre autres : Fox R. et Weisz G. (eds), *The organisation of science and technology in France 1808-1914*, [1980] ; D.Fauque et G.Bram, « La chimie française à l'orée du XXe siècle », *Pour la science*, [1993] ;

Homburg E., Travis A.S. & Schroeter H.G. (eds), *The chemical industry in Europe, 1850-1914* [1998] ; André Thépot, « The evolution of chemical engineering in the heavy inorganic chemical industry in France during the nineteenth century » in W.F.Furter (ed), *A century of chemical engineering*, [1982]) Par ailleurs, la formation des ingénieurs chimistes, qui interviendra pourtant dès la fin du XIXe siècle, restera d'abord une formation en chimie avec simplement une connotation de chimie industrielle (René Sordes, *Histoire de l'enseignement de la chimie en France*, Enquêtes de la Société de chimie industrielle, 1928 : voir p.160). En matière de sociétés professionnelles et savantes, la situation est très disparate (AFAS- Association Française pour l'Avancement des Sciences-, SEIN- Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale-, sociétés industrielles locales, sociétés professionnelles) : il faudra attendre 1917 pour voir la fondation de la Société de Chimie industrielle (SCI), trente-six ans après son homologue britannique (lire à ce sujet l'ouvrage coordonné par Ulrike Fell, *Chimie et industrie en Europe*, EAC, 2001). A ces raisons factuelles, il faut ajouter d'autres type de raisons, à savoir l'idée souvent réaffirmée que tout progrès ne peut venir que de la chimie pure (par exemple voir J.Eidemann, « Science industrielle contre science pure : la professionnalisation de la recherche dans les années 1930 » in A.Grelon (ed.), *Les Ingénieurs de la crise*, Paris EHESS, 1986), ce qui explique peut être l'absence quasi-complète de références dans la revue *Chimie et Industrie*, entre les deux guerres, sur l'existence et le développement du chemical engineering aux Etats-Unis.

5. Jean-Albert Sorel, *Mémoire d'un temps de Paris à Honfleur*, Paris, ed. France-Empire, 1977, voir p. 12

6. Pierre Andreu, Georges Sorel : entre le noir et le rouge, Paris, Syros, 1982. Voir pp. 25 et 26. Il s'agit d'une nouvelle édition d'un ouvrage du même auteur paru en 1953 chez Grasset : *Notre Maître Georges Sorel*

7. Par ex : *Réflexions sur la violence* (1906), ou *Les illusions du progrès* (1908). A propos de Georges Sorel, voir : P. Andreu, op. cit.

8. Lettre de Paul Sorel à son frère Jean, en date du 21 mars 1953 (archives de famille : Paul et Jean étaient deux de ses enfants). Jean-Jacques Théophile Schloesing avait défini dès 1855 les bases d'un procédé de préparation de carbonate de soude par réaction d'acide carbonique sur du sel marin en présence d'ammoniaque... En fait, le premier procédé industriel du même type (« soude à l'ammoniaque ») avait été développé par E.Solvay, avec un tout premier démarrage d'une production en 1865 pour un brevet déposé en 1861. Il est tout à fait possible que Schloesing ait demandé à Sorel d'examiner ce nouveau procédé, sans pour autant que ce soit la définition et la mise en route d'une usine ! ? Il est intéressant de relever qu'en 1879, c'est à l'inverse E. Sorel qui sollicite Schloesing pour travailler sur le sujet (Voir L.Lindet, notice biographique de JJT Schloesing, 1920, Dossier Schloesing, Archives Académie des Sciences, p. 43).

9. Lettre de Paul Sorel à son frère Jean, en date du 21 mars 1953 (archives de famille).

10. L'entreprise avait été créée en 1808 par Pierre Maletra dans le contexte du « blocus continental » décrété par Napoléon 1er pour répondre à des besoins en produits minéraux de base. A la production d'acide sulfurique, il se rajoute très vite de l'acide chlorhydrique, du carbonate de soude « Leblanc », des chlorates de calcium et de potassium. Vers 1830, Pierre Maletra s'associe avec ses quatre fils, l'entreprise devenant « Maletra Père et Fils ». La raison sociale change à nouveau à la mort du fondateur en 1850 et devient « Maletra fils », avec Léon Maletra comme principal dirigeant. L'entreprise va connaître un développement régulier et important tout au long du XIXe siècle et début du XXe siècle. Elle fusionnera en 1925 avec la société Bozel-Lamotte.

11. Lettre de Paul Sorel à son frère Jean, en date du 21 mars 1953 (archives de famille)

12. Voir Léon Lindet, notice biographique de JJT Schloesing, 1920, Dossier Schloesing, Archives Académie des Sciences p. 43

13. Lettre en date du 21 mars 1953 (archives de famille)

14. Il prendra un brevet sur le sujet en août 1886, peu après avoir quitté l'entreprise, confirmant implicitement le commentaire de Paul Sorel !
15. Jean-Pierre Daviet, *Un destin international : La compagnie de Saint-Gobain de 1830 à 1939*, EAC, 1988, voir p. 257
16. Lettre de Paul Sorel à son frère Jean, en date du 21 mars 1953 (archives de famille). Ernest Sorel fait allusion lui-même à ce laboratoire dans une de ses notes à l'académie des sciences : voir (1), C.R.Ac.Sci., 108, 1889, p. 1320
17. Un numéro de la revue périodique *Les grandes usines de Turgan* (juillet 1891) est consacrée aux « Appareils de la Maison A. Savalle Fils et Cie ». Il est cosigné de E.Sorel, « Directeur technique » et de E. Flavien. L'entreprise Savalle avait été fondée par Pierre Armand Désiré Savalle (1791-1864) qui possédait au départ des usines dédiées à la fabrication du sucre et s'était lancé dans la distillation lors des premières recherches sur la préparation de sucre à partir de betteraves dans les années 1810. L'entreprise va prospérer et devenir dans la deuxième moitié du 19e siècle sous la direction du fils du fondateur, François Désiré, puis du petit fils, Albert, une référence en matière de distillation d'alcool. Elle recevra de nombreuses récompenses aux expositions universelles de 1878 et 1889. Toutefois l'entreprise sera dissoute en 1898 sans qu'on en sache précisément les raisons.
18. « Sur la rectification de l'alcool », note de E. Sorel présentée par J.T.T. Schloesing, C.R.Ac.Sci., 108, pp. 1128-1131, 1889
19. Lettre de Paul Sorel à son frère Jean, en date du 21 mars 1953 et document biographique simplifié préparé par Jean Sorel à la demande du Professeur de chimie industrielle du CNAM en 1953 (A.Chagnon) en vue d'une conférence sur Sorel à ses élèves (Archives de la famille). Nous ne savons pas si cette conférence a bien eu lieu.
20. Bulletin de la Société d'Encouragement, séance du 23 décembre 1904, p. 13
21. voir à ce sujet : La revue générale des sciences pures et appliquées, 1902 Tome 1 p.1101, ainsi que 1904 Tome 2 p.462
22. On réalise l'oxydation par l'air en phase gazeuse de l'anhydride sulfureux en anhydride sulfurique, en présence de vapeurs d'eau et de vapeurs nitreuses à une température voisine de 50°C, dans d'immenses « chambres de plomb » où l'acide sulfurique est produit en solution aqueuse sous forme de gouttelettes en suspension et ruisselantes sur les parois. Le « procédé de contact », procédé de fabrication qui supplantera progressivement celui des « chambres de plomb » ne verra le jour que dans les toutes dernières années du 19ème siècle (Knietzsch, BASF)
23. L'ouvrage démarre par 75 pages de tables diverses (!), incluant des données de construction (résistance des matériaux), des propriétés physiques et chimiques des produits en cause (poids, volumes, chaleurs spécifiques, tensions de vapeur,...).
24. A titre d'exemple on peut mentionner son approche « sur la vitesse de transformation de l'acide sulfureux en acide sulfurique » (pp. 358-365). Dans ce dernier cas il nous semble avoir été le premier à modéliser une transformation chimique (l'oxydation de l'acide sulfureux dans les chambres) sur la base d'un réacteur (implicitement) de type « piston », associé à une loi cinétique du premier ordre. Voir à ce sujet : Jacques Breyse, « Fabrication de l'acide sulfurique et des engrais chimiques (1887) : quand Ernest Sorel faisait du « génie des réacteurs »... », *Documents pour l'histoire des techniques*, n° 17, juin 2009, pp. 209-218
25. Paul Baud, *Traité de chimie industrielle*, 4e éd. (1951) tome 1, p. 39
26. *CR Acad. Sci.*, 108, 1889, p. 1318 et 1320
27. Léon Lindet (1857-1929), Professeur titulaire de la chaire de technologie à l'Institut National Agronomique (1891) puis à l'Ecole Nationale des Industries agricoles (1900), aura de nombreuses fonctions officielles, entre autres à la Société d'encouragement (vice-Président en 1903) et auprès de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie. Lauréat à deux reprises de Société Nationale d'Agriculture, il sera élu membre de l'Académie des Sciences en 1920. Léon Lindet fera un éloge appuyé des travaux en distillation d'Ernest Sorel dans le *Bulletin de la Société*

d'Encouragement en 1895 p. 922 : « Nous devons signaler en commençant ce chapitre les remarquables études que vient de faire paraître M.Sorel, sur la distillation et la rectification des alcools, sur la condensation, l'enrichissement des vapeurs etc... Ces études faites au double point de vue théorique et pratique sont de nature à éclairer nos constructeurs et nos distillateurs et à les engager à modifier ou à régulariser les pratiques empiriques auxquelles ils étaient habitués. Le travail de M.Sorel est trop considérable pour qu'il puisse être analysé dans cet article et nous renvoyons le lecteur aux ouvrages où il est exposé »

28. Sorel aura avec Emile Barbet une grande polémique à propos de la manière de représenter les équilibres liquide/vapeur, mais aussi concernant des aspects comme la comparaison continu/discontinu, le rôle du condenseur... Dès 1894, Barbet évoque les travaux de Sorel en termes critiques dans un ouvrage coécrit avec G. Arachequesne, *Manuel théorique des fabricants d'alcools et d'eaux-de-vie* (pp. 302-304), Paris, Librairie E. Bernard, 1894, puis publie l'année suivante un livre quasiment dédié à toutes ces controverses : *La rectification et les colonnes rectificatrices en distillerie*, Paris, E. Bernard, 1895.

29. Charles Mariller, *La distillation fractionnée et la rectification*, Paris, 1917. écrit (p.202 de la 3^e édition) : « Sorel, le premier, a eu le mérite d'établir une théorie mathématique complète des colonnes », avant de consacrer plusieurs pages à cette théorie et à ses applications (pp. 204-213), et à faire de nombreuses autres fois allusion à lui.

30. Marcel Ponchon, « Etudes graphiques de la distillation fractionnée industrielle », *La technique Moderne*, XIII, n° 1, pp. 20-24, 1921 et XIII, n° 2, pp. 55-58, 1921 - Paul Savarit, « Etudes graphiques des colonnes à distiller les mélanges binaires et ternaires », *Chimie et industrie*, N° Spécial Mai 1923 (compte rendu du congrès international des combustibles liquides octobre 1922).

31. « La théorie mathématique des colonnes de rectification dans le cas de mélanges binaires, a été définie pour la première fois par Ernest Sorel, qui a calculé l'enrichissement progressif plateau par plateau au moyen de bilans matières et énergie entrée/sortie de chaque étage et en considérant que l'équilibre thermodynamique était réalisée entre les vapeurs et le liquide ». ("The mathematical theory of the rectifying column as applied to the distillation of binary mixtures was first developed by Ernest Sorel, who calculated the enrichment from plate to plate by equating the amount of energy and of matter entering and leaving each plate and by assuming that equilibrium was realized between the vapors and the liquid through which it bubbled") William H. Walker, Warren K. Lewis & William H. McAdams, *Principles of chemical engineering*, McGraw-Hill, 1923, voir p. 594

32. *Carburation et combustion dans les moteurs à alcool*, Paris, Dunod, 1904

33. *Carbureting and combustion in alcohol engines*, trans. By S.M.Woodward and J.Preston, J.Wiley and Sons, New-york, 1907

34. Document biographique préparé par Jean Sorel, petit-fils d'Ernest, pour le professeur de chimie industrielle du CNAM en 1953 (voir note 20)

AUTEUR

JACQUES BREYSSE

CDHTE (Centre d'histoire des techniques et de l'environnement) - CNAM, Paris